

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra aplikované mechaniky

Saimaa University of Applied Sciences

Faculty of Technology, Lappeenranta

**Design and Stress Analysis of System of Balance Stability
for Patients with Parkinson's syndrome**

**Návrh a pevnostní kontrola systému balanční stability
pro pacienty postižené syndromem Parkinsonovy nemoci**

Student:

Daniel Rohel

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Hlaváčková Milada, PhD.

Principal lecturer:

Seppo Toivanen

Lappeenranta 2017

Bachelor Thesis Assignment

Student: **Daniel Rohel**
Study Programme: B2341 Engineering
Study Branch: 3901R003 Applied Mechanics
Title: **Design and Stress Analysis of System of Balance Stability for Patients with Parkinson's Syndrome**
Návrh a pevnostní kontrola systému balanční stability pro pacienty postižené syndromem Parkinsonovy nemoci
The thesis language: English

Description:

1. Introduction and description of the existing methods of the solution
2. Design of the system of Balance Stability
3. Strength and stress analysis - designed system has to be simple, simple control and simple using, without any restriction for patients
4. Other possible variants of the solution
5. Conclusion

References:

<http://ieeexplore.ieee.org/document/6479722/>
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-51502014000200261&script=sci_arttext&tlng=pt
<https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-3-9>
<http://content.iospress.com/articles/neurorehabilitation/nre00299>
<http://content.iospress.com/articles/journal-of-parkinsons-disease/jpd12079>
LENERT, Jiří. Úvod do metody konečných prvků. 1. vydání. VŠB-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 1999, 110 s. ISBN 80-7078-668-8

Extent and terms of a thesis are specified in directions for its elaboration that are opened to the public on the web sites of the faculty.

Supervisor: **Ing. Milada Hlaváčková, Ph.D.**

Date of issue: 09.12.2016

Date of submission: 15.05.2017



doc. Ing. Radim Halama, Ph.D.
Head of Department

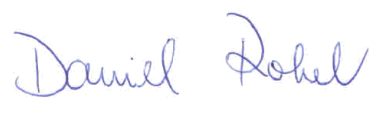


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
Dean

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 13. 6. 2017

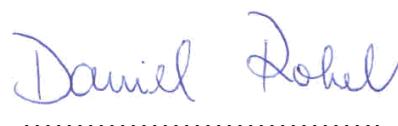


Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 13. 6. 2017



.....
podpis

Daniel Rohel

Skautská 2644, Frýdek-Místek, 738 01

Acknowledgements

On this page, I would like to appreciate help from my supervisors Ing. Hlaváčková Milada, Ph.D. and Seppo Toivanen. Their remarks and ideas had invaluable value for this thesis. I also would like to thank doc. Ing. Marek Penhaker Ph.D. for his notes to the point. In the end, I would like to thank Applied Mechanics Department of VSB – Technical University of Ostrava for providing space and measuring tools in its laboratory.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ROHEL, D. *Návrh a pevnostní kontrola systému balanční stability pro pacienty postižené syndromem Parkinsonovy nemoci: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra aplikované mechaniky, 2017, 54 s. Vedoucí práce: Ing. Hlaváčková Milada, Ph.D., Seppo Toivanen

Bakalářská práce si kladla za cíl navržení prototypu přístroje, jenž by měl napomoci ke zmírnění symptomů Parkinsonovy choroby, která je, jakožto progresivní neurodegenerativní choroba, v dnešní době neléčitelná. Přístroj by měl využít přístup vibrační terapie, která nezapadá mezi konvenční metody zmírňování symptomů, které jsou v mnoha ohledech pro některé z pacientů nebezpečné, nevhodné nebo velmi nepříjemné.

V první části práce jsou popsány studie, ze kterých vychází základní předpoklady pro navrhovaný přístroj. Následuje průzkum podobných řešení. Přístroj samotný je navržen využitím systematického přístupu k inženýrskému návrhu. Tento přístup se snaží popsat co nejvíce možných řešení jednotlivých podfunkcí přístroje. Na základě těchto partikulárních řešení je navržen koncept. Pro možnost věnovat se hlubším detailům bylo provedeno měření stisku dlaně. Použitím výsledků měření jsou navrženy jednotlivé komponenty přístroje a prototyp je tak téměř připraven k samotné realizaci a testování.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

ROHEL, D. *Design and Stress Analysis of System of Balance Stability for Patients with Parkinson's syndrome: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Applied Mechanics, 2017, 54 s. Thesis head: Hlaváčková, M., Seppo Toivanen

The goal of this thesis is to design a prototype of a device, which should be able to help to alleviate the symptoms of Parkinson's disease, which is, as a progressive neurodegenerative disease, untreatable. This device should use the procedure of vibration therapy, which is not similar to conventional methods of alleviating the symptoms, which are in many ways dangerous, inconvenient or much uncomfortable to some of the patients.

In the first part of the thesis, there are described studies, based on which are the essential assumptions for designed device. This is followed by research of similar solutions. The device itself is designed using a systematic approach to engineering design. This approach is trying to describe as many solutions of particular subfunctions of the device as possible. Based on these particular solutions, the concept is designed. For the possibility to focus on deeper details was done a measurement of the handgrip. Using these results, particular device's components are designed and the prototype is nearly ready for practical realization and testing.

Prohlášení vedoucího práce o duševním vlastnictví výsledků práce.

Vzhledem k výlučnému duševnímu vlastnictví výsledků bakalářské práce, opíraje se o článek 1 Zásad pro vypracování diplomové (bakalářské) práce, dokumentu FS_SME_05_003, je komplexní vyřešení zadané práce zařazeno jako technická zpráva. Cituji z dokumentu FS_SME_05_003: „...Tato technická zpráva bude k dispozici pouze oponentům a členům komise pro obhajobu, kteří tímto budou vázáni mlčenlivostí o jejím obsahu.“

Z pozice vedoucího bakalářské práce uznávám ve 100% rozsahu obsah technické zprávy jako úspěšné vyřešení bakalářské práce.

Toto prohlášení se opírá o skutečnost, že výsledek bakalářské práce je v současné době podáván jako patent a uveřejněním celého textu práce v systému Edison by mohlo dojít ke zcizení duševního vlastnictví.

V Ostravě 12.6.2017

Ing. Milada Hlaváčková, Ph.D.



Vedoucí bakalářské práce

10. References

- [1] HUTCHISON, W. D., A. M. LOZANO, R. R. TASKER, A. E. LANG a J. O. DOSTROVSKY. Identification and characterization of neurons with tremor-frequency activity in human globus pallidus. *Experimental Brain Research* [online]. 1997-3-17, 113(3), 557-563 [cit. 2017-05-30]. DOI: 10.1007/PL00005606. ISSN 0014-4819. Available: <http://link.springer.com/10.1007/PL00005606>
- [2] GUYTON, Arthur C. a John E. HALL. *Textbook of medical physiology*. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, c2006. ISBN 0-7216-0240-1.
- [3] *National Parkinson Foundation* [online]. Miami, Florida: National Parkinson Foundation, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.parkinson.org>
- [4] KITTNAR, Otomar. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3068-4.
- [5] SILBERNAGL, Stefan a Agamemnon DESPOPOULOS. *Atlas fyziologie člověka*. 6. vyd., zcela přeprac. a rozš., Vyd. 3. české. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0630-6.
- [6] PAHWA, Rajesh. a Kelly E. LYONS. *Handbook of Parkinson's disease*. 4th ed. New York: Informa Healthcare, c2007. *Neurological disease and therapy*, v. 92. ISBN 9780849376214.
- [7] NOVAK, Peter a Vera NOVAK. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 3(1), 9- [cit. 2017-03-15]. DOI: 10.1186/1743-0003-3-9. ISSN 17430003. Available: <http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-3-9>
- [8] WINFREE, Kyle N., Ingrid PRETZER-ABOFF, David HILGART, Rajeev AGGARWAL, Madhuri BEHARI a Sunil K. AGRAWAL. The Effect of Step-Synchronized Vibration on Patients With Parkinson's Disease: Case Studies on Subjects With Freezing of Gait or an Implanted Deep Brain Stimulator. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* [online]. 2013, 21(5), 806-811 [cit. 2017-03-15]. DOI: 10.1109/TNSRE.2013.2250308. ISSN 1534-4320. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/6479722/>

- [9] SOARES, Ludmylla Teixeira, Aldo José Fontes PEREIRA, Lílían Danielle Paiva MAGNO, Hugo de Melo FIGUEIRAS a Luciane Lobato SOBRAL. Balance, gait and quality of life in Parkinson's disease: Effects of whole body vibration treatment. *Fisioterapia em Movimento* [online]. 2014, 27(2), 261-270 [cit. 2017-03-15]. DOI: 10.1590/0103-5150.027.002.AO11. ISSN 0103-5150. Available: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502014000200261&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- [10] PATHAK, Anupam, John A. REDMOND, Michael ALLEN a Kelvin L. CHOU. A noninvasive handheld assistive device to accommodate essential tremor: A pilot study. *Movement Disorders* [online]. 2014, 29(6), 838-842 [cit. 2017-03-25]. DOI: 10.1002/mds.25796. ISSN 08853185. Available: <http://doi.wiley.com/10.1002/mds.25796>
- [11] NeuroDigital Technologies [online]. Almería, España: NeuroDigital Technologies, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.neurodigital.es>
- [12] PAHL, G., Ken. WALLACE a Luciënne. BLESSING. Engineering design: a systematic approach. 3rd ed. London: Springer, 2007. ISBN 978-1-84628-318-5.
- [13] WAGNEROVÁ, Renata a Jiří TŮMA. Základy automatizace [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2008 [cit. 2017-05-26]. ISBN 978-80-248-1523-7.
- [14] TAIWAN ALPHA ELECTRONIC CO., LTD. [online]. Taoyuan, Taiwan R. O. C.: TAIWAN ALPHA ELECTRONIC CO., 2002 [cit. 2017-06-08]. Available: http://www.taiwanalpha.com.tw/en/product_MFS.htm
- [15] Interlink Electronics, Inc. [online]. Westlake Village, CA, USA: Interlink Electronics, 2015 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.interlinkelectronics.com/FSR400.php>
- [16] Tecsis GmbH [online]. Offenbach am Main, Germany: tecsis, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.tecsis.com/switch/mechanical-pressure-switches.html>
- [17] Pannam Imaging [online]. South Miles Rd Cleveland, OH, USA: Pannam Imaging, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.pannam.com/membrane-switches/>
- [18] Molex [online]. Wichita, KS, USA: Koch Industries, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available:

http://www.molex.com/molex/products/group?key=membrane_switch_and_capacitive_switch_products&channel=products

- [19] *Martin Vibration System and Solutions, Inc.* [online]. Degurse Ave Marine City, MI: Martin Vibration System and Solutions, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.shake-it.com/>
- [20] *Webac Vibro s.r.o.* [online]. Pribram VI - Brezove Hory, Czech Republic: Webac Vibro, 2010 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.webac-vibro.com/en/index.php>
- [21] *VIBCO Vibrators* [online]. Wyoming, RI, USA: VIBCO Vibrators, 2011 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.vibco.com/>
- [22] *Dynamic Solutions LLC* [online]. Northridge, CA, USA: Dynamic Solutions, 2003 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.dynsolusa.com/edshakers.htm>
- [23] *Parallax Inc.* [online]. Rocklin, CA, USA: Parallax, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.parallax.com/product/28821>
- [24] *Jinlong Machinery & Electronics* [online]. Whenzhou, Zhejiang Province, CHINA: KOTL, 2014 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.vibration-motor.com/index.html>
- [25] *APC International, Ltd.* [online]. Mackeyville, PA, USA: APC International, 2016 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.americanpiezo.com/>
- [26] HADAŠ, Zdeněk. Mikrogenerátor jako mikromechanická soustava: Microgenerator - micromechanical system : zkrácená verze Ph.D. Thesis. [Brno: Vysoké učení technické v Brně], c2007. ISBN 978-80-214-3435-6.
- [27] *Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG* [online]. Karlsruhe, Germany: Physik Instrumente (PI) GmbH & Co., 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.physikinstrumente.com/en/technology/piezo-technology/properties-piezo-actuators/>
- [28] *CeramTec* [online]. Lauf, Germany: CeramTec, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.ceramtec.com/applications/piezo-applications/actuator-technology/with-active-moisture-suppression/>

- [29] *Mad City Labs Inc.* [online]. Madison, WI, USA: Mad City Labs, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.madcitylabs.com/piezoactuators.html>
- [30] *HEARN, E. J. Mechanics of materials: an introduction to the mechanics of elastic and plastic deformation of solids and structural materials. 3rd ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 1997. ISBN 978-0-7506-3266-9.*
- [31] *MACURA, P., FOJTÍK, F. EXPERIMENTÁLNÍ METODY V MECHANICE. 1st ed. 2013. ISBN 978-80-248-3018-6. Available: <http://projekty.fs.vsb.cz/463/ucebniopory/978-80-248-3018-6.pdf>*
- [32] *VLK, M., et al. EXPERIMENTÁLNÍ MECHANIKA. 1st ed. 2003. Available: http://www.umt.fme.vutbr.cz/img/fckeditor/file/opory/Experimentalni_mechanika.pdf*
- [33] *BY ERIK OBERG . [ET AL.] a CHRISTOPHER J. MCCAULEY (ED.). Machinery's handbook. 29th ed. New York, N.Y: Industrial Press, 2012. ISBN 9780831129019.*
- [34] *GUNSTON, Bill. The Cambridge aerospace dictionary. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 2009. ISBN 978-0-521-19165-4.*
- [35] *RSCC Load Cells: Data sheet* [online]. Darmstadt, Germany: HBM, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.hbm.com/fileadmin/mediapool/hbmdoc/technical/b3114.pdf>
- [36] *HBM weighing technology for industry: Extensive, application-specific, certified* [online]. Darmstadt, Germany: HBM, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.hbm.com/fileadmin/mediapool/hbmdoc/technical/s4237.pdf>
- [37] *P-3500: Portable Strain Indicator* [online]. Don Mills, Ontario, Canada: Intertechnology Inc., VISHAY Measurements Group, 1992 [cit. 2017-06-08]. Available: http://www.groupe.polymtl.ca/mec6405/Instruments%20Spec/Vishay_P3500.pdf
- [38] *Artisan Technology Group* [online]. Champaign, IL, USA: Artisan Technology Group, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: https://www.artisanTG.com/ViewImage.aspx?Image=Vishay_Measurements_P_3500_View1_2015417171152.jpg&Item=84809-1

- [39] *SparkFun Electronics* [online]. Niwot, Colorado, USA: SparkFun Electronics, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/force-sensitive-resistor-hookup-guide>
- [40] *SparkFun Electronics: Force Sensitive Resistor 0.5"* [online]. Niwot, Colorado, USA: SparkFun Electronics, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: https://www.sparkfun.com/products/9375?_ga=2.139650230.464325865.1497174978-176154948.1496751648
- [41] *FSR: Force Sensing Resistor Integration Guide and Evaluation Parts Catalog* [online]. Camarillo, CA, USA: Interlink Electronics, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Pressure/fsrguide.pdf>
- [42] *SparkFun Electronics: LilyPad Arduino 328 Main Board* [online]. Niwot, Colorado, USA: SparkFun Electronics, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.sparkfun.com/products/13342>
- [43] *Arduino: LilyPad Arduino Main Board* [online]. Arduino, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardLilyPad>
- [44] *Jinlong Machinery & Electronics: Model Number: G0832012* [online]. Wenzhou, Zhejiang Province, CHINA: KOTL, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.vibration-motor.com/products/lra-linear-resonant-actuator-vibration-motors/G0832012.html>
- [45] *Jinlong Machinery & Electronics: PRODUCT SPECIFICATION: KOTL-G-B006, LRA Coin type vibration motor G0832012* [online]. Wenzhou, Zhejiang Province, CHINA: KOTL, 2017 [cit. 2017-06-08]. Available: <http://www.vibration-motor.com/products/download/G0832012.pdf>